

CLIPPEDIMAGE= JP407274460A

PAT-NO: JP407274460A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07274460 A

TITLE: SYNCHRONOUS APPARATUS

PUBN-DATE: October 20, 1995

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NAITO, KINSHIRO
MATSUBARA, SATORU
SEKIYAMA, TOKUZO
GOTO, TADATOSHI
KIDA, SHIZUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

NAITO KINSHIRO
MATSUBARA SATORU
SEKIYAMA TOKUZO
GOTO TADATOSHI
KIDA SHIZUO

COUNTRY

N/A

N/A

N/A

N/A

N/A

APPL-NO: JP06082664

APPL-DATE: March 30, 1994

INT-CL (IPC): H02K021/14;H02K001/27

ABSTRACT:

PURPOSE: To form a rotor in a magnetic anisotropic structure formed by laminating magnetic materials and non-magnetic materials to obtain a large driving torque in a synchronous apparatus having two pairs of windings (3-phase windings of the first and second windings) in the stator side.

CONSTITUTION: A synchronous apparatus is composed of a stator 1 and a migrator.
Two pairs of 3-phase windings (first and second 3-phase

windings) are provided to a stator 1. The first winding generates a moving magnetic field with a 3-phase AC current. The migrator is composed of laminated structure of magnetic materials 31 and non-magnetic materials 41 provided along the direction in which the magnetic field generated by the first winding passes. The magnetic material 31 becomes a magnetic path and shows a very low magneto-resistance for the passing direction of the magnetic flux of the movable magnetic field. Meanwhile, since the non-magnetic materials 41 are laminated in the distributing direction of the magnetic flux of the movable magnetic field, the magneto-resistance becomes large. Therefore, the magnetic materials 31 of the migrator are magnetized by the movable magnetic field and generates magnetic poles in the magnetic flux passing direction.

COPYRIGHT: (C) 1995, JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-274460

(43)公開日 平成7年(1995)10月20日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 2 K 21/14
1/27

識別記号

Z
5 0 1 A

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数21 F D (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平6-82664

(22)出願日 平成6年(1994)3月30日

(71)出願人 591074127

内藤 欽志郎

神奈川県伊勢原市石田318番地3

(71)出願人 593039270

松原 覺

群馬県多野郡吉井町大字本郷235

(71)出願人 592102788

関山 篤蔵

群馬県多野郡吉井町大字本郷235番地

(71)出願人 591054196

後藤 忠敏

東京都府中市新町1丁目77番2号

(74)代理人 弁理士 飯塚 義仁

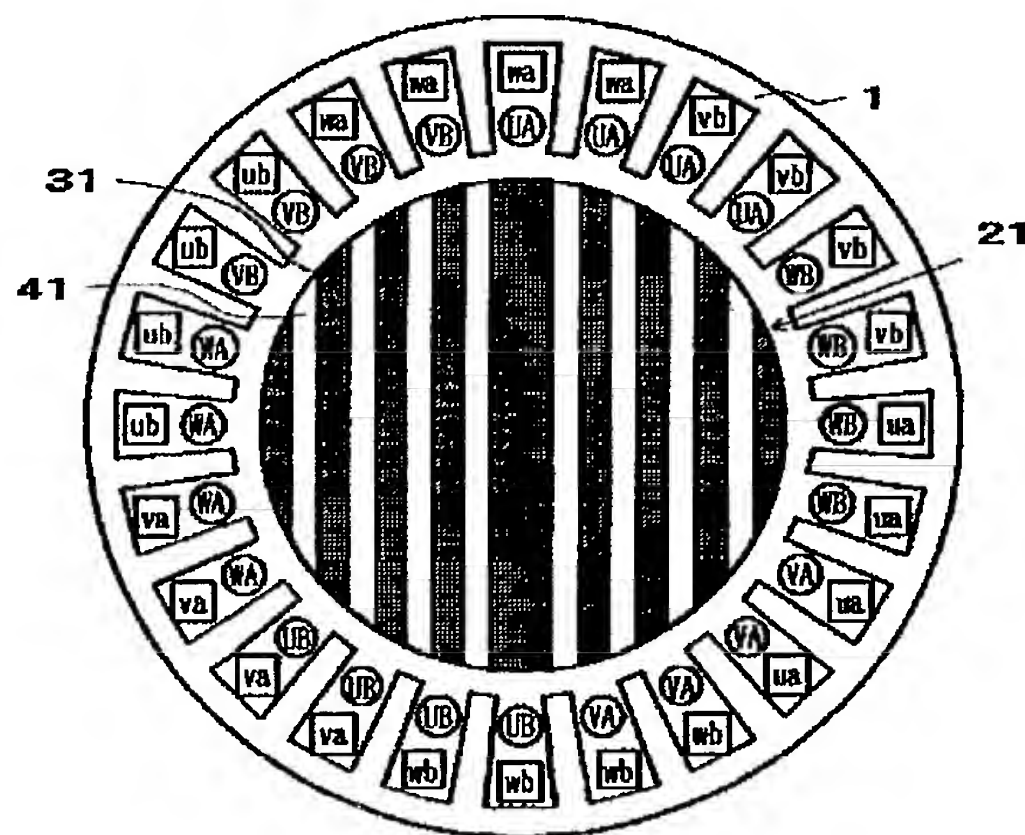
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 同期機

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 ステータ側に2組の巻線(第1及び第2の3相巻線)を有する同期機において、回転子を磁性体と非磁性体とを積層した磁気異方性構造とし、大きな駆動トルクを得ることができるようにする。

【構成】 同期機は、固定子1と移動子とから構成される。2組の3相巻線(第1及び第2の3相巻線)が固定子1に設けられている。第1の巻線は3相交流電流により移動磁界を発生する。移動子は第1の巻線の発生する磁界の通過方向に沿って設けられた磁性体31と非磁性体41との積層構造からなる。磁性体31は磁路となり移動磁界磁束の通過方向に対しては極めて低い磁気抵抗を示す。一方、移動磁界の磁束分布方向には非磁性体41が積層されているので、大きな磁気抵抗を示す。従って、移動子の磁性体31は移動磁界によって磁化され、磁束の通過方向に沿って磁極を発生する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定子と、

この固定子に設けられた第1の巻線と、
前記固定子に設けられた第2の巻線と、
前記第1の巻線の発生する磁束の通過方向に沿って設けられ、かつ、前記磁束の磁束分布方向に非磁性体を介して交互に積層された磁性体からなる移動子とを備えたことを特徴とする同期機。

【請求項2】 固定子と、

この固定子に設けられ、回転磁界を発生する第1の巻線と、
前記固定子に設けられ、前記回転磁界の回転位置に応じた電流が流される第2の巻線と、
前記回転磁界の通過方向に沿って設けられ、かつ、前記回転磁界の磁束分布方向に非磁性体を介して交互に積層された磁性体からなる回転子とを備えたことを特徴とする同期機。

【請求項3】 前記第1の巻線は電気角で120度ずつずれるようにして前記固定子に設けられた少なくとも3つの巻線からなり、電気角で120度ずつずれた3相交流電流によって励磁されることによって回転磁界を発生し、

前記第2の巻線は前記第1の巻線に対して電気角で90度ずれた位置であって、電気角で120度ずつずれるようにして前記固定子に設けられた少なくとも3つの巻線からなり、前記3相交流電流と同位相の3相交流電流が流されることを特徴とする請求項2に記載の同期機。

【請求項4】 前記第1の巻線によって発生する回転磁界の方向が一方向の場合には、前記回転子は、回転軸にほぼ垂直な前記回転磁界の方向に沿って設けられ、かつ、前記回転磁界の方向に対してほぼ垂直な第1方向に非磁性体を介して交互に積層された磁性体からなることを特徴とする請求項2又は3に記載の同期機。

【請求項5】 前記第1の巻線によって発生する回転磁界の方向が複数方向の場合には、前記回転子は、任意の外周位置から進入して時計回り又は反時計回りに回転した外周位置から進出するような前記複数の回転磁界の方向に沿って設けられ、かつ、前記複数の回転磁界の方向に対してほぼ垂直な第1方向に非磁性体を介して交互に積層された磁性体からなることを特徴とする請求項2又は3に記載の同期機。

【請求項6】 前記回転子は、前記磁性体の前記第1方向における厚さが前記回転磁界の磁束分布に対応していることを特徴とする請求項4又は5に記載の同期機。

【請求項7】 前記回転子は、回転軸方向に延びた磁性体の板材であって、前記回転軸方向から見た断面形状が前記回転磁界の方向に沿った形状をしたものを、前記第1方向に前記非磁性体を介して交互に設けたものであることを特徴とする請求項4、5又は6に記載の同期機。

【請求項8】 前記回転子は、回転軸を中心とした磁性

体の円板であって、前記回転軸方向から見て前記回転磁界の方向に沿った形状の空隙部分を前記非磁性体として前記第1方向に交互に有するものを、回転軸方向に成層したものであることを特徴とする請求項4、5又は6に記載の同期機。

【請求項9】 前記磁性体が回転軸シャフトの外周に沿った形状をしていることを特徴する請求項4又は5に記載の同期機。

【請求項10】 前記空隙部分を前記第1方向に沿って接続することによって、前記磁性体円板の回転軸方向からの形状を編み目状にしたことを特徴する請求項8に記載の同期機。

【請求項11】 前記空隙部分を前記第1方向に沿って千鳥状に接続することによって回転軸方向からの形状を編み目状にしたことを特徴する請求項10に記載の同期機。

【請求項12】 前記非磁性体に代えて永久磁石を前記磁性体と交互に設けたことを特徴する請求項7に記載の同期機。

【請求項13】 前記第1の巻線の発生する磁束の通過方向に沿って磁極を有するように永久磁石を設けたことを特徴する請求項1から12までのいずれか1つに記載の同期機。

【請求項14】 前記非磁性体を銅、アルミニウム等の導電体で構成したことを特徴する請求項1から12までのいずれか1つに記載の同期機。

【請求項15】 前記回転子の回転軸方向の両端に前記導電体をリング状に設け、電気的に短絡接続したことを特徴する請求項14に記載の同期機。

【請求項16】 固定子と、
この固定子に設けられ、軸方向に移動する移動磁界を発生する第1の巻線と、
前記固定子に設けられ、前記移動磁界の位置に応じた電流が流される第2の巻線と、

前記移動磁界の通過方向に沿って設けられ、かつ、前記移動磁界の磁束分布方向に非磁性体を介して交互に積層された磁性体からなる移動子とを備えたことを特徴とする同期機。

【請求項17】 前記第1の巻線は電気角で120度ずつずれるようにして前記固定子に設けられた少なくとも3つの巻線からなり、電気角で120度ずつずれた3相交流電流によって励磁されることによって軸方向に移動する移動磁界を発生し、

前記第2の巻線は前記第1の巻線に対して電気角で90度ずれた位置であって、電気角で120度ずつずれるようにして前記固定子に設けられた少なくとも3つの巻線からなり、前記3相交流電流と同位相の3相交流電流が流されることを特徴とする請求項16に記載の同期機。

【請求項18】 前記移動子は、前記磁性体の前記磁束分布方向における厚さが前記移動磁界の磁束分布に対応

していることを特徴とする請求項16又は17に記載の同期機。

【請求項19】 前記第1の巻線の発生する磁束の通過方向に沿って磁極を有するように永久磁石を設けたことを特徴とする請求項16、17又は18に記載の同期機。

【請求項20】 前記非磁性体を銅、アルミニウム等の導電体で構成したことを特徴とする請求項16、17、18又は19に記載の同期機。

【請求項21】 前記固定子の前記第1の巻線及び第2の巻線の巻回される部分のみを空心構造としたことを特徴とする請求項1から20までのいずれか1つに記載の同期機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、同期電動機や同期発電機などの同期機に関する。

【0002】

【従来の技術】同期電動機には、回転電機子形、回転界磁形、誘導子形などがある。回転電機子形同期電動機はステータに設けられた界磁極と、ロータに巻回された第2の巻線とから構成される。回転界磁形同期電動機は、ステータに巻回された第2の巻線と、ロータに設けられた界磁極とから構成される。回転界磁形同期電動機における界磁極はロータに永久磁石を取り付けたものや直流電流で励磁される第1の巻線で構成される。誘導子形同期電動機は、ステータに設けられた界磁極及び第2の巻線と、ロータに設けられた歯車状の凹凸の誘導子とから構成される。回転界磁形同期電動機は、第2の巻線がステータに設けられているので、機械的損傷や破損がなく、絶縁も容易であり、工作機械の主軸などの回転駆動力源として広く利用されている。

【0003】ところが、界磁極としてロータに永久磁石を設けたものは、永久磁石自体が高価であること、永久磁石が分離しないように回転子に強固に取り付けなければならないこと、及び界磁が一定なので大容量化が困難であることなどの欠点がある。また、界磁極としてロータに第1の巻線を巻回したものは、界磁電流をロータ側に供給するためのスリップリングや回転トランスが必要である。

【0004】そこで、このような欠点を解消した同期電動機として、特公平5-31394号公報及び特公平5-31395号公報に記載されたようなものが提案されている。特公平5-31394号公報に記載された同期電動機は、ステータに別々に巻回された2組の巻線（公報では電機子巻線及び界磁巻線と称している）と、この巻線に対応した複数の磁極を有する突極形のロータとから構成されている。特公平5-31395号公報に記載されたものは、電動機のステータに巻回された第1及び第2の巻線を兼ねるステータ巻線と、このステータ巻線

に対応した複数の磁極を有する突極形のロータとから構成されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】この同期電動機は、ステータに2組（第1及び第2）の巻線を巻回しているので、ロータに電流を供給するためのスリップリングや回転トランスを設けなくてもよく、磁束の大きさをステータ側の巻線で自由に制御できるという従来の同期電動機の欠点を解消するものである。

【0006】しかしながら、上記公報に記載されている同期電動機は、軸方向から見たロータの形状が突極形、すなわち、円筒形状の一部を除去した形状をしているために、固定子の回転磁界に対し、磁気異方性を大きくすることができず、結果として大きな駆動トルクを得ることができないという問題を有する。

【0007】本発明は上述の点に鑑みてなされたものであり、ステータ側に第1及び第2の巻線を有する同期機において、磁気異方性を極力を大きくし、大きな駆動トルクを得ることのできる同期機を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】第1の発明に係る同期機は、固定子と、この固定子に設けられた第1の巻線と、前記固定子に設けられた第2の巻線と、前記第1の巻線の発生する磁束の通過方向に沿って設けられ、かつ、前記磁束の磁束分布方向に非磁性体を介して交互に積層された磁性体からなる移動子とを備えたものである。第2の発明に係る同期機は、固定子と、この固定子に設けられ、回転磁界を発生する第1の巻線と、前記固定子に設けられ、前記回転磁界の回転位置に応じた電流が流される第2の巻線と、前記回転磁界の通過方向に沿って設けられ、かつ、前記回転磁界の磁束分布方向に非磁性体を介して交互に積層された磁性体からなる移動子とを備えたものである。第3の発明に係る同期機は、固定子と、この固定子に設けられ、軸方向に移動する移動磁界を発生する第1の巻線と、前記固定子に設けられ、前記移動磁界の位置に応じた電流が流される第2の巻線と、前記移動磁界の通過方向に沿って設けられ、かつ、前記移動磁界の磁束分布方向に非磁性体を介して交互に積層された磁性体からなる移動子とを備えたものである。

【0009】

【作用】第1の発明に係る同期機は、固定子と移動子とから構成される。第1の巻線及び第2の巻線は共に固定子に設けられている。第1の巻線は3相交流電流によって移動磁界を発生する。移動子は第1の巻線の発生する移動磁界の通過方向に沿って設けられた磁性体と非磁性体との積層構造からなる。磁性体は磁路となり磁束通過方向（移動磁界の磁軸方向）に対しては極めて低い磁気抵抗を示す。一方、磁界の磁束分布方向（移動磁界の磁軸方向と90°位相の方向）には非磁性体が積層されて

いるので、大きな磁気抵抗を示す。従って、移動子は極めて大きな磁気異方性を示す。移動子に発生した磁極に応じた3相交流電流を第2の巻線に流すことによって、移動磁界の磁軸と移動子の磁気異方性磁軸の位相がずれ、力が発生する。移動子はこの力に応じた同期速度で移動するようになり、同期機は電動機となる。一方、移動子の移動位置に応じて第1の巻線に電流を流すことによって、第2の巻線には誘導起電力が発生し、同期機は発電機となる。第2の発明に係る同期機は、回転移動形であり、固定子に回転磁界を発生する第1の巻線と、第2の巻線とを有する。従って、回転子の磁性体はこの回転磁界によって磁化され、常に回転磁界の通過方向に沿って磁極を発生する。この回転磁界の回転位置すなわち回転子の磁極位置に応じた3相交流電流を第2の巻線に流すことによって、回転磁界の磁軸と回転子の磁気異方性磁軸の位相がずれ、トルクが発生する。回転子はこのトルクに応じた同期速度で回転移動するようになる。第3の発明に係る同期機は、直線移動形であり、固定子に軸方向に移動する移動磁界を発生する第1の巻線と、第2の巻線とを有する。従って、移動子の磁性体はこの移動磁界によって磁化され、常に移動磁界の通過方向に沿って磁極を発生する。この移動磁界の位置すなわち移動子の磁極位置に応じた3相交流電流を第2の巻線に流すことによって、推力が発生する。移動子はこの推力に応じた同期速度で直線移動するようになる。

【0010】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面に従って詳細に説明する。図1は本発明の同期機の一実施例である同期電動機の構成を示す図である。この同期電動機は、磁極の数が2個の3相交流駆動型電動機である。この同期電動機は、固定子となる電機子コア1と回転子21とから構成される。電機子コア1は24個のスロットを有する。電機子コア1の各スロットには第2の3相巻線と第1の3相巻線が巻回されている。以下、明細書中では第2の巻線を大文字で、第1の巻線を小文字で示し、図面中では第2の巻線を円形で、第1の巻線を正方形で示す。

【0011】第2の3相巻線はU相巻線、V相巻線及びW相巻線からなる。U相巻線は8つのスロットを介して巻線UAと巻線UBとを接続するように巻回されている。V相巻線は8つのスロットを介して巻線VAと巻線VBとを接続するように巻回されている。W相巻線は8つのスロットを介して巻線WAと巻線WBとを接続するように巻回されている。U相巻線、V相巻線及びW相巻線は互いに電気角で120度ずつずれて巻回されている。すなわち、図ではU相巻線、V相巻線及びW相巻線は互いにスロットで8個分だけ時計方向にずれて巻回されている。

【0012】第1の3相巻線は、u相巻線、v相巻線及びw相巻線からなる。u相巻線は8つのスロットを介し

て巻線uaと巻線ubとを接続するように巻回されている。v相巻線は8つのスロットを介して巻線vaと巻線vbとを接続するように巻回されている。w相巻線は8つのスロットを介して巻線waと巻線wbとを接続するように巻回されている。第1の3相巻線は第2の3相巻線に対して電気角で90度ずつずれて巻回されている。すなわち、図では第1の3相巻線は第2の3相巻線に対してスロットで6個分だけ時計方向にずれて巻回されている。

10 【0013】回転子21は、第1の巻線の発生する磁束の通過方向に沿って設けられた磁性体31を、その磁束の磁束分布方向に非磁性体41を介して積層された積層構造体からなる。第1の巻線の発生する磁束の通過方向は回転子21の直径方向（法線方向）である。この磁束の磁束分布方向は磁束の通過方向と直交する回転子21の直径方向（法線方向）である。すなわち、回転子21は、直径方向の長さが回転子21の外周に合致するような長方形の板材を複数枚張り合わせた積層構造体を旋盤等で加工したものである。

20 【0014】この回転子21は、第1の巻線の発生する回転磁界の磁軸に対して最も磁化容易な磁化容易軸を有するように円筒状の回転子の全体に渡って形成されているので、従来の突極形だけの回転子に比べて第1の巻線で発生した回転磁界に対して極めて大きな異方性を有し、大きな駆動トルクを発生させることができる。

30 【0015】図において、回転軸方向をZ軸方向、図面の左右方向をX軸方向、図面の上下方向をY軸方向とすると、第1の3相巻線の発生する磁束の通過方向は回転子21の法線方向であり、この磁束の磁束分布方向はこの法線方向及び回転軸方向（Z軸方向）に対して垂直の方向となる。例えば、第1の3相巻線の発生する磁束の通過方向が図1のようにY軸方向の場合には、磁束分布方向はX軸方向となり、回転子21は図1のようにX軸方向に非磁性体41を介して積層されたような積層構造体となり、第1の3相巻線の発生する磁束の通過方向がX軸方向の場合には、磁束分布方向はY軸方向となり、回転子21は90度だけ回転することによって、Y軸方向に非磁性体41を介して積層されたような積層構造体となる。

40 【0016】第1の3相巻線には、図2に示すような3相の交流電流 i_u 、 i_v 、 i_w が流される。これらの電流は互いに位相角で120度ずつずれた次のような電流である。

$$i_u = i_m \times \cos \omega t$$

$$i_v = i_m \times \cos (\omega t - 2\pi/3)$$

$$i_w = i_m \times \cos (\omega t - 4\pi/3)$$

ここで、 i_m は電流の最大値である。第1の3相巻線はこのような電流 i_u 、 i_v 、 i_w に応じて正弦波状に分布する回転磁界を磁極中心に発生する。

50 【0017】一方、第2の3相巻線には、図2に示すよ

うな3相の交流電流 I_U 、 I_V 、 I_W が流される。これらの電流は互いに位相角で120度ずつずれた次のような電流である。

$$I_U = I_m \times \cos \omega t$$

$$I_V = I_m \times \cos (\omega t - 2\pi/3)$$

$$I_W = I_m \times \cos (\omega t - 4\pi/3)$$

ここで、 I_m は電流の最大値である。

【0018】第1の巻線による回転磁界の磁軸と回転子の磁気異方性磁軸が同相の場合(第2の巻線の電流 I_U 、 I_V 、 I_W がゼロの場合)はトルクは発生せず、第2の巻線に電流を流せば、回転磁界磁軸と回転子磁気異方性磁軸(磁化容易軸)との位相がずれてトルクを発生する。回転子磁軸と第1の巻線の発生する回転磁界磁軸が回転子がどの位置にあっても同相となるように第1の巻線に流す電流を制御すれば(第1の巻線と第2の巻線は同相である)、トルクを制御することができる。また、トルク T の大きさを制御するには、第1の巻線及び第2の巻線に流す電流の大きさを制御するだけでよい。

【0019】図3は本発明の同期機の一実施例である同期電動機の別の構成を示す図である。この同期電動機は、磁極数が4つの3相交流駆動型電動機である。この同期電動機は、固定子である電機子コア1と回転子23とから構成される。電機子コア1は24個のスロットを有する。電機子コア1の各スロットには2組の第2の3相巻線と2組の第1の3相巻線が巻回されている。

【0020】第2の3相巻線はそれぞれ機械角で180度ずれて設けられた2組のU相巻線、V相巻線及びW相巻線からなる。第1のU相巻線は4つのスロットを介して巻線UAと巻線UBとを接続するように巻回されている。第2のU相巻線は第1のU相巻線に対して機械角で180度ずれた位置の4つのスロットを介して巻線UCと巻線UDとを接続するように巻回されている。第1のV相巻線は4つのスロットを介して巻線VAと巻線VBとを接続するように巻回されている。第2のV相巻線は第1のV相巻線に対して機械角で180度ずれた位置の4つのスロットを介して巻線VCと巻線VDとを接続するように巻回されている。第1のW相巻線は4つのスロットを介して巻線WAと巻線WBとを接続するように巻回されている。第2のW相巻線は第1のW相巻線に対して機械角で180度ずれた位置の4つのスロットを介して巻線WCと巻線WDとを接続するように巻回されている。

【0021】第1のU相巻線と第1のV相巻線との間、第1のV相巻線と第1のW相巻線との間、第1のW相巻線と第2のU相巻線との間、第2のU相巻線と第2のV相巻線との間、第2のV相巻線と第2のW相巻線との間、第2のW相巻線と第1のU相巻線との間は、それぞれ電気角で120度ずれた位置に巻回されている。すなわち、図では各U相巻線、V相巻線及びW相巻線は互いにスロットで4個分だけ時計方向にずれた位置に巻回さ

れている。

【0022】第1の3相巻線も第2の3相巻線と同様に、それぞれ機械角で180度ずれた位置に巻回された2組のu相巻線、v相巻線及びw相巻線からなる。第1のu相巻線は4つのスロットを介して巻線uaと巻線ubとを接続するように巻回されている。第2のu相巻線は第1のu相巻線に対して機械角で180度ずれた位置の4つのスロットを介して巻線ucと巻線udとを接続するように巻回されている。第1のv相巻線は4つのスロットを介して巻線vaと巻線vbとを接続するように巻回されている。第2のv相巻線は第1のv相巻線に対して機械角で180度ずれた位置の4つのスロットを介して巻線vcと巻線vdとを接続するように巻回されている。第1のw相巻線は4つのスロットを介して巻線waと巻線wbとを接続するように巻回されている。第2のw相巻線は第1のw相巻線に対して機械角で180度ずれた位置の4つのスロットを介して巻線wcと巻線wdとを接続するように巻回されている。そして、第1の3相巻線は第2の3相巻線に対して電気角で90度ずつずれた位置に巻回されている。すなわち、図では第1の3相巻線は第2の3相巻線に対してスロットで3個分だけ時計方向にずれた位置に巻回されている。

【0023】回転子23は、第1の巻線の発生する回転磁界磁束の通過方向に沿って設けられた磁性体33を、磁束の磁束分布方向に非磁性体43を介して積層された積層構造体からなる。第1の巻線の発生する回転磁界磁束の通過方向は回転子23の任意の外周位置から中心軸に向かって入力した磁束が時計回り及び反時計回りに90度だけ回転した外周位置から出力するような方向である。回転磁界磁束の磁束分布方向は回転子23の直径方向(法線方向)である。

【0024】すなわち、回転子23は、四方を円柱状に除去したような十字状の中心部材と、この中心部材に円筒状の板材を外周に合致するように複数枚張り合わせた積層構造体とからなる。この回転子23は、第1の巻線の発生する磁束によって最も磁化容易な磁化容易軸を有するように円筒状の回転子の全体に渡って形成されているので、従来の十字形だけの突極回転子に比べて回転磁界に対する磁気異方性が極めて大きく、大きな駆動トルクを発生させることができる。

【0025】図4～図8は、図1の2極形回転子の他の実施例を示す図である。図4の回転子24は、第1の巻線の発生する回転磁界磁束の通過方向に沿って設けられた磁性体34が、磁束の磁束分布方向に非磁性体44を介して積層された積層構造体からなる点では、図1の回転子21と同じである。この回転子24が図1の回転子21と異なる点は、磁性体34の積層方向の厚さが回転磁界磁束の正弦波状磁束分布に対応している点である。

【0026】すなわち、回転子21の場合は磁性体31及び非磁性体41の積層方向における厚さが同じである

が、回転子24の場合は、磁性体34の積層方向における厚さが回転磁界磁束の正弦波状磁束分布に対応して、中心付近で厚く、外周付近で薄く、非磁性体44は逆に中心付近で薄く、外周付近で厚くなるように構成されている。この回転子24は、直径方向の長さが外周に合致するような板厚の異なる長方形の板材を複数枚張り合わせたものを旋盤等で加工することによって製造される。

【0027】この回転子24は、第1の巻線の発生する回転磁界起磁力による磁極界の磁束分布を正弦波状にすることができるので、回転磁界に対して極めて大きな磁気異方性を有し、大きな駆動トルクを発生させることができる磁気異方性構造に優れたものである。

【0028】図1又は図4の回転子24は、長方形の板材を複数枚張り合わせたものを旋盤等で加工することによって製造されるものであるが、図5の回転子25は、円板から非磁性体45の部分をプレス加工等で打ち抜くことによって空隙部分を形成し、この空隙部分を編み目状に有する磁性体円板を軸方向に複数枚成層したものである。この回転子25は、図4の回転子24に比べて外周部分を磁性体で接続してある点で相違するが、第1の巻線の発生する磁束の通過方向に沿って設けられた磁性体35が、磁束の磁束分布方向に非磁性体45を介して積層された積層構造体からなる点では同じである。従って、回転子25の場合も、磁性体35の磁束分布方向における厚さが回転磁界磁束の正弦波状磁束分布に対応して、中心付近で厚く、外周付近で薄く、非磁性体45の磁束分布方向における厚さは逆に中心付近で薄く、外周付近で厚くなっている。この回転子25は、簡単に製造することができる。

【0029】図6の回転子26は、シャフト56の大きさが中央の磁性体の幅よりも大きい場合に、そのシャフト56の外周に沿って磁性体を曲げて積層したものである。この回転子26も図5のように外周の接続された打ち抜き円板を軸方向に成層してもよい。図7の回転子27は、図5の回転子25の磁性体35の空隙部分を磁化容易軸方向に垂直な方向で接続することによって編み目状とし、その強度を大きくしたものである。図8の回転子28は、図7の磁性体37の磁化容易軸方向に垂直な方向における接続点を千鳥状にしたものである。これによって、回転子28の強度をさらに向上させることができる。

【0030】図9～図13は、図3の4極形回転子の他の実施例を示す図である。図9の回転子29は、第1の巻線の発生する回転磁界磁束の通過方向に沿って設けられた磁性体39を、磁束の磁束分布方向に非磁性体49を介して積層された積層構造体からなる点では、図3の回転子23と同じである。すなわち、回転子23は、四方を円柱状に除去したような十字状の中心部材と、この中心部材に円筒状の板材を外周に合致するように複数枚張り合わせた積層構造体とからなる。一方、図9の回転子

29は、円板から非磁性体49の部分をプレス加工等で打ち抜いた編み目状の磁性体円板を軸方向に複数枚成層したものである。この回転子29は、図3の回転子23に比べて外周部分が磁性体で接続してある点で相違するが、第1の巻線の発生する回転磁界磁束の通過方向に沿って設けられた磁性体39が、磁束の磁束分布方向に非磁性体49を介して積層された積層構造体からなる点では同じである。

【0031】図10の回転子2Aは、図3の回転子23の非磁性体43に代えて円筒の一部分からなる板状磁石6Aを積層したものであり、さらにこの円筒状の板状磁石6Aが回転子2Aの外周面から突出して、電機子コア1との間のエアギャップを極力小さくするような構造となっている。

【0032】図11の回転子2Bは、磁束の通過方向に沿って磁極を有するように、磁性体3B及び非磁性体4Bの積層部分に永久磁石7Bを取り付けたものである。この回転子2Bは永久磁石による固定磁束と、第1の巻線に流れる電流によって変動する回転磁界との合成磁束によって回転トルクを発生する。

【0033】図12の回転子2Cは、磁性体3Cの積層方向の厚さが回転磁界磁束の正弦波状磁束分布に対応しており、さらに磁性体3Cが磁化容易軸方向に垂直な方向で接続されている。すなわち、図3の回転子23は磁性体33及び非磁性体43の積層方向における厚さが同じであるが、回転子2Cの場合は、磁性体3Cの積層方向における厚さが回転磁界磁束の正弦波状磁束分布に対応して、中心付近で厚く、外周付近で薄く、非磁性体4Cは逆に中心付近で薄く、外周付近で厚くなるように構成されている。

【0034】この回転子2Cは、第1の巻線の発生する回転磁界起磁力による磁極界の磁束分布を正弦波状にすることができるので、第1の巻線で発生した回転磁界に対して極めて大きな磁気異方性を有し、大きな駆動トルクを発生させることができる磁気異方性構造に優れたものである。さらに、この回転子2Cは、磁化容易軸方向に垂直な方向で接続されているので、外力に対する耐強度性に優れている。

【0035】図13の回転子2Dは、磁性体2Dと非磁性体8Dとの積層体構造であり、非磁性体8Dが銅やアルミニウムなどの良導電体で構成されており、さらに図13(B)に示すように回転子2Dの両端が良導電体リング8Dで電気的に短絡接続されている。従って、図13の回転子2Dはかご形回転子となり、非磁性体6Dはダンパー巻線となり、誘導同期形電動機の回転子としても使用することができるようになる。

【0036】図14は、本発明の同期機の一実施例であるリニア同期電動機の構成を示す図である。このリニア同期電動機は、3相交流駆動型の電動機である。この同期電動機は、固定子である電機子コア1Eと直線移動

子2Eとから構成される。電機子コア1Eは12個のスロットを有する。電機子コア1Eの各スロットには第2の3相巻線と第1の3相巻線が巻回されている。以下、明細書中では第2の巻線を大文字で、第1の巻線を小文字で示し、図面中では第2の巻線を円形で、第1の巻線を正方形で示す。

【0037】第2の3相巻線はU相巻線、V相巻線及びW相巻線からなる。U相巻線は4つのスロットを介して巻線UAと巻線UBとを接続するように巻回されている。V相巻線は4つのスロットを介して巻線VAと巻線VBとを接続するように巻回されている。W相巻線は4つのスロットを介して巻線WAと巻線WBとを接続するように巻回されている。U相巻線、V相巻線及びW相巻線は互いに電気角で120度ずつずれて巻回されている。すなわち、図ではU相巻線、V相巻線及びW相巻線は互いにスロットで4個分だけX方向にずれて巻回されている。

【0038】第1の3相巻線は、u相巻線、v相巻線及びw相巻線からなる。u相巻線は4つのスロットを介して巻線uaと巻線ubとを接続するように巻回されている。v相巻線は4つのスロットを介して巻線vaと巻線vbとを接続するように巻回されている。w相巻線は4つのスロットを介して巻線waと巻線wbとを接続するように巻回されている。第1の3相巻線は第2の3相巻線に対して電気角で90度ずつずれて巻回されている。すなわち、図では第1の3相巻線は第2の3相巻線に対してスロットで3個分だけX方向にずれて巻回されている。

【0039】直線移動子2Eは、第1の巻線の発生する移動磁界磁束の通過方向に沿って設けられた磁性体3Eを、磁束の磁束分布方向に非磁性体4Eを介して積層された積層構造体からなる。第1の巻線の発生する移動磁界磁束の通過方向は直線移動子2Eの上面から-Y方向に入力した磁束がX方向及び-X方向に回転し、再び直線移動子2Eの上面からY方向に出力するような方向である。この磁束の磁束分布方向は磁束の通過方向と直交する方向である。すなわち、直線移動子2Eは、第1の巻線の発生する移動磁界によって最も磁化容易な磁化容易軸を有するように移動子全体に渡って形成されているので、第1の巻線の発生した移動磁界に対して極めて大きな磁気異方性を有し、大きな駆動推力を発生させることができる。

【0040】図15は本発明の同期機の一実施例であるリニア同期電動機の別の構成を示す図である。このリニア同期電動機は、固定子となる円筒状の電機子コア1Fと、円柱状の直線移動子2Fとから構成される。電機子コア1Fは12個のスロットを有する。電機子コア1Fの各スロットには2組の第2の3相巻線と2組の第1の3相巻線が巻回されている。円筒状の電機子コア1Fの軸方向を通過するように円柱状の直線移動子2Fが設け

られている。

【0041】第2の3相巻線は2組のU相巻線、V相巻線及びW相巻線からなる。第1のU相巻線は2つのスロットを介して巻線UAと巻線UBとを接続するように巻回されている。第2のU相巻線は第1のU相巻線に対して逆相となるように、X方向(軸方向)に6つのスロット分だけずれた位置の2つのスロットを介して巻線UCと巻線UDとを接続するように巻回されている。第1のV相巻線は2つのスロットを介して巻線VAと巻線VBとを接続するように巻回されている。第2のV相巻線は第1のV相巻線に対して逆相となるように、X方向に6つのスロット分だけずれた位置の2つのスロットを介して巻線VCと巻線VDとを接続するように巻回されている。同じく、第1のW相巻線は2つのスロットを介して巻線WAと巻線WBとを接続するように巻回されている。第2のW相巻線は第1のW相巻線に対して逆相となるように、X方向に6つのスロット分だけずれた位置の2つのスロットを介して巻線WCと巻線WDとを接続するように巻回されている。

【0042】第1のU相巻線と第1のV相巻線との間、第1のV相巻線と第1のW相巻線との間、第1のW相巻線と第2のU相巻線との間、第2のU相巻線と第2のV相巻線との間、第2のV相巻線と第2のW相巻線との間、第2のW相巻線と第1のU相巻線との間は、それぞれ電気角で120度ずれた位置に巻回されている。すなわち、図では各U相巻線、V相巻線及びW相巻線は互いにスロットで6個分だけX方向にずれた位置に巻回されている。

【0043】第1の3相巻線も第2の3相巻線と同様に、2組のu相巻線、v相巻線及びw相巻線からなる。第1のu相巻線は2つのスロットを介して巻線uaと巻線ubとを接続するように巻回されている。第2のu相巻線は第1のu相巻線に対して逆相となるように、X方向に6つのスロット分だけずれた位置の2つのスロットを介して巻線ucと巻線udとを接続するように巻回されている。第1のv相巻線は2つのスロットを介して巻線vaと巻線vbとを接続するように巻回されている。第2のv相巻線は第1のv相巻線に対して逆相となるように、X方向に6つのスロット分だけずれた位置の2つのスロットを介して巻線vcと巻線vdとを接続するように巻回されている。第1のw相巻線は2つのスロットを介して巻線waと巻線wbとを接続するように巻回されている。第2のw相巻線は第1のw相巻線に対してX方向及び-X方向に6つのスロット分だけずれた各両端位置のスロットを介して巻線wcと巻線wdとを接続するように巻回されている。そして、第1の3相巻線は第2の3相巻線に対してスロットで3個分だけX方向にずれた位置に巻回されている。

【0044】直線移動子2Fは、第1の巻線の発生する移動磁界磁束の通過方向に沿って設けられた磁性体3F

を、磁界の磁束分布方向に非磁性体4Fを介して積層された積層構造体からなる。第1の巻線の発生する磁束の通過方向は直線移動子2Fの外周面から中心に向かって入力した磁束が軸方向に回転し、再び直線移動子2Eの外周面から外部に向かって出力するような方向である。この磁界の磁束分布方向は磁界の通過方向と直交する方向である。すなわち、直線移動子2Fは、第1の巻線の発生する移動磁界磁束によって最も磁化容易な磁化容易軸を有するように移動子全体に渡って形成されているので、移動磁界に対して極めて大きな磁気異方性を有し、大きな駆動推力を発生させることができる。

【0045】磁性体は、鉄系材料（純鉄・軟鉄・炭素鋼、鋳鋼、磁性鋼帯、無方向性けい素鋼帯、方向性けい素鋼帯など）、鉄-ニッケル合金（パーマロイ、イソパーム、パーミンバーなど）、圧粉磁心（カーボニル圧粉磁心、パーマロイ圧粉磁心、センダスト圧粉磁心など）、フェライト（スピネル系フェライト、複合フェライト（Mn-Znフェライト、Cu-Znフェライト、Ni-Znフェライト、Cu-Zn-Mgフェライト）など）で構成される。

【0046】磁束の通過方向に沿って磁極を有するような永久磁石7Bを、図11の回転子2B以外の図1、図4～図9、図12及び図13の回転子、図14及び図15の移動子に設けてもよい。図13の回転子以外の図1、図3～図9、図11及び図12の回転子、図14及び図15の移動子についても非磁性体を良導電体で構成してもよい。

【0047】上述の実施例では、同期電動機を例に説明したが、回転子の回転位置に対応した電流を第1の巻線に流すことによって、第2の巻線に誘導起電力が発生するので、それを取り出すことによって同期発電機として利用することができる。このとき回転子の回転位置を検出するための回転位置検出装置を回転子と同じ回転軸に設け、その回転位置に応じて電流を制御すればよい。

【0048】上述の実施例では、2極24スロット又は4極24スロットの同期機について説明したが、極数とスロット数との関係はこれに限定されるものではなく、任意の組み合わせを適宜採用できる。

【0049】上述の実施例では、電機子コアの各スロットを法線方向に突出した磁性体、すなわち鉄心コアからなるスロットを例に説明したが、このスロットの突出部分のみを樹脂などの非磁性体で構成した空心構造とし、この樹脂性スロットに第1の巻線及び第2の巻線を巻回すことによって、第1の巻線の発生する磁束の磁束分布の

変化を滑らかし、コギングの発生しない滑らかな回転を行うことができるようになる。

【0050】

【発明の効果】本発明によれば、ステータ側に第1及び第2の巻線を有する同期機において、磁気異方性を極力を大きくし、大きな駆動トルクを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の同期機の一実施例である回転形同期電動機の構成を示す図である。

10 【図2】 第1の3相巻線及び第2の3相巻線に流される3相の交流電流の一例を示す図である。

【図3】 本発明の同期機の一実施例である回転形同期電動機の別の構成を示す図である。

【図4】 図1の2極形回転子の他の実施例を示す図である。

【図5】 図1の2極形回転子の他の実施例を示す図である。

【図6】 図1の2極形回転子の他の実施例を示す図である。

20 【図7】 図1の2極形回転子の他の実施例を示す図である。

【図8】 図1の2極形回転子の他の実施例を示す図である。

【図9】 図3の4極形回転子の他の実施例を示す図である。

【図10】 図3の4極形回転子の他の実施例を示す図である。

【図11】 図3の4極形回転子の他の実施例を示す図である。

30 【図12】 図3の4極形回転子の他の実施例を示す図である。

【図13】 図3の4極形回転子の他の実施例を示す図である。

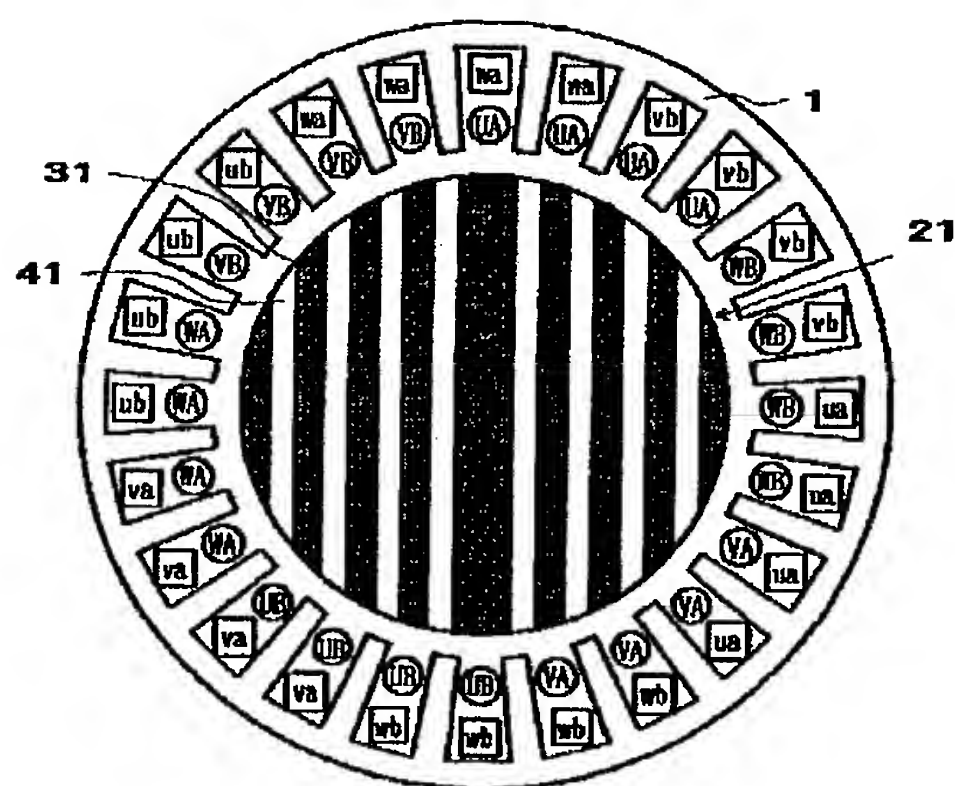
【図14】 本発明の同期機の一実施例であるリニア形同期電動機の構成を示す図である。

【図15】 本発明の同期機の一実施例であるリニア形同期電動機の別の構成を示す図である。

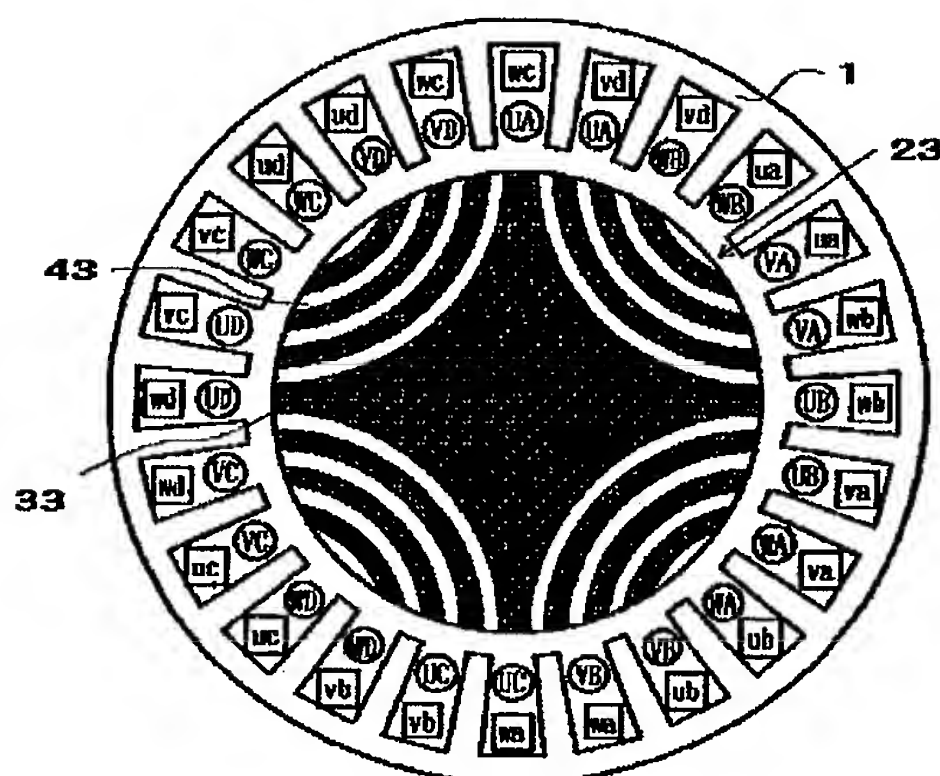
【符号の説明】

1…固定子、21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 2A, 2B, 2C, 2D…回転子、2E, 2F…移動子、31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 3A, 3B, 3C, 3D, 3E, 3F…磁性体、41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 4A, 4B, 4C, 4D, 4E, 4F…非磁性体

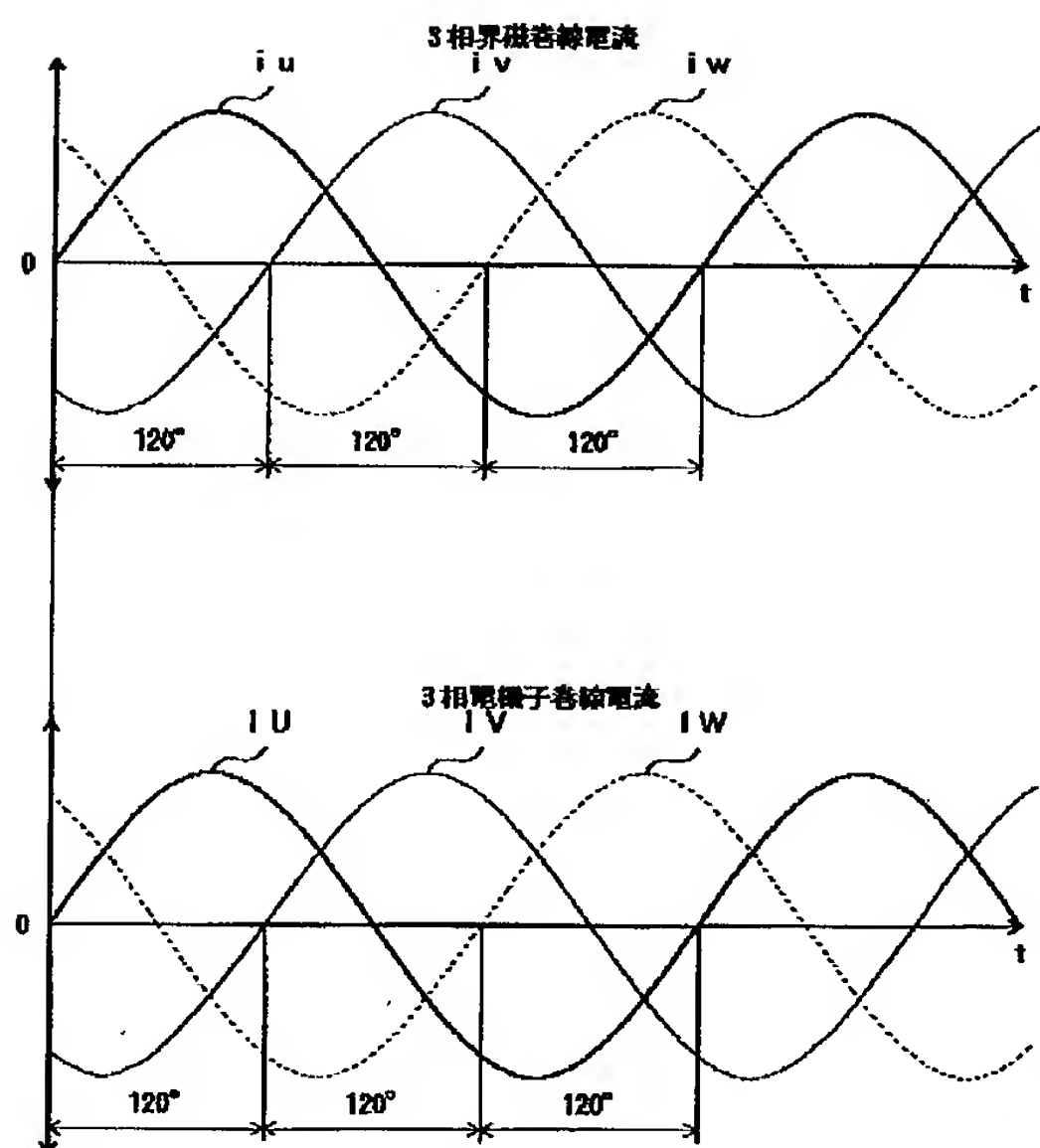
【図1】



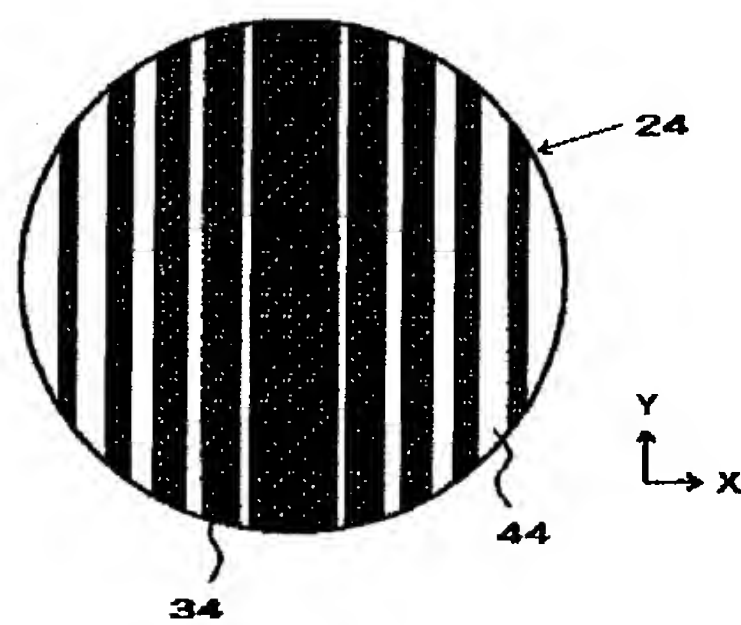
【図3】



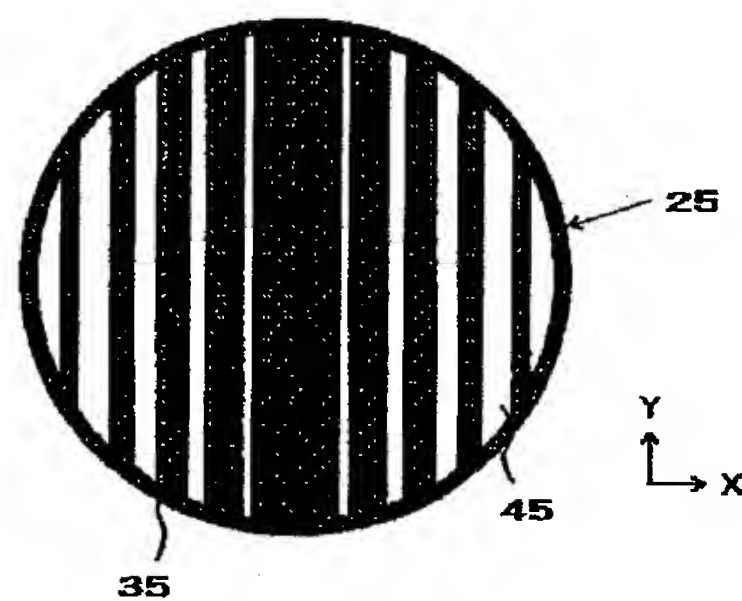
【図2】



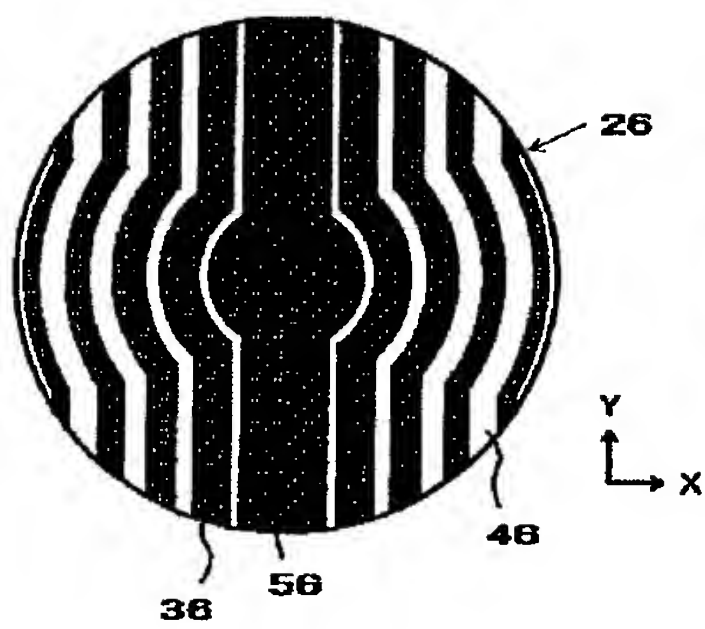
【図4】



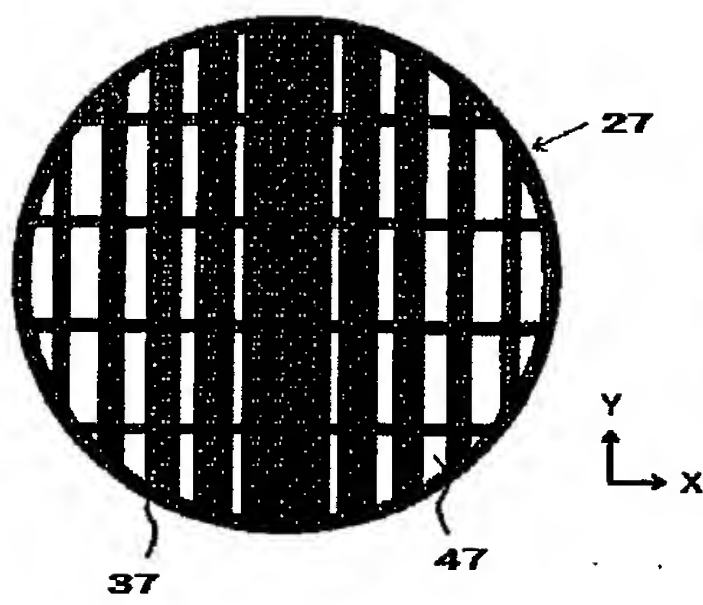
【図5】



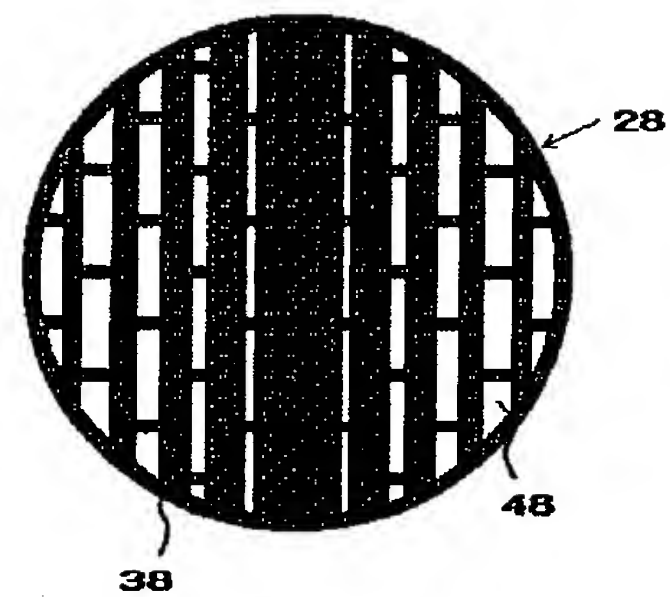
【図6】



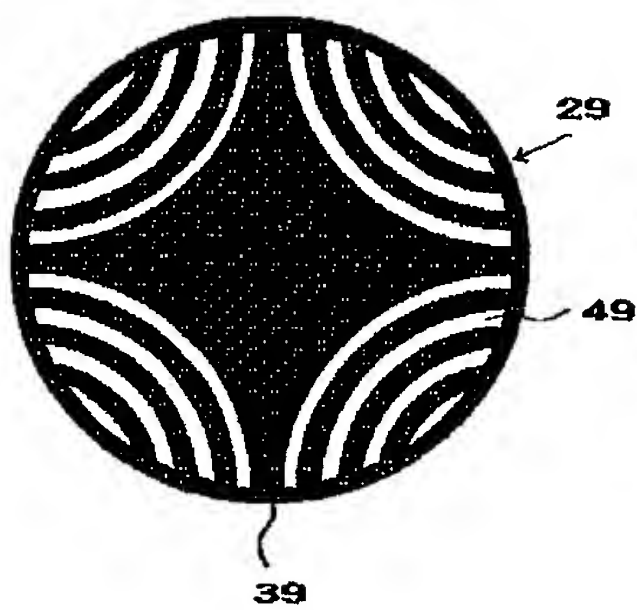
【図7】



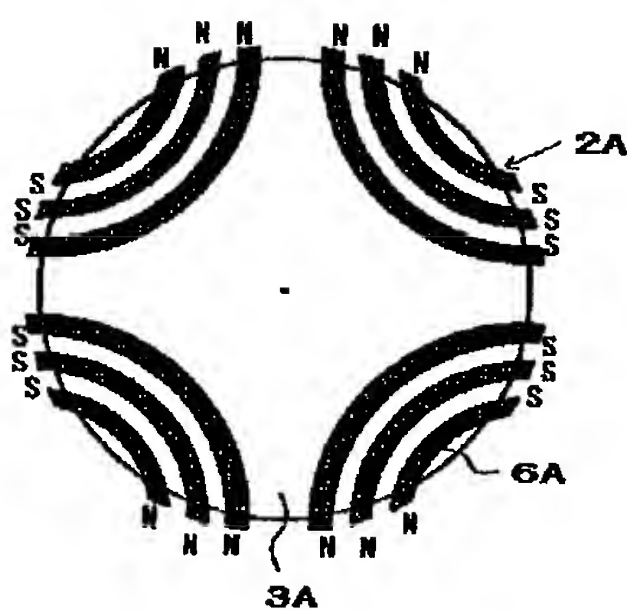
【図8】



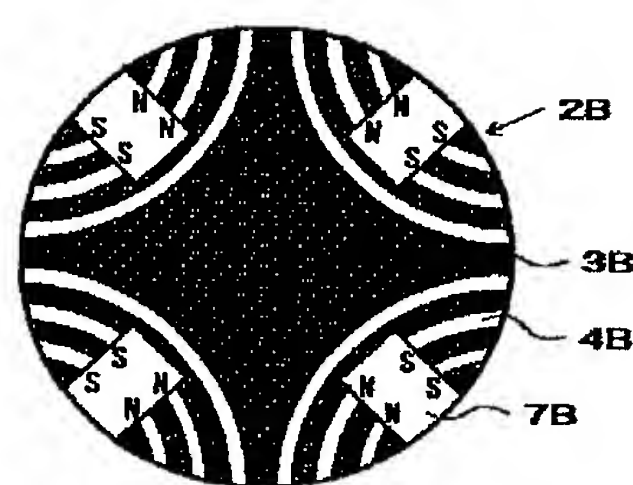
【図9】



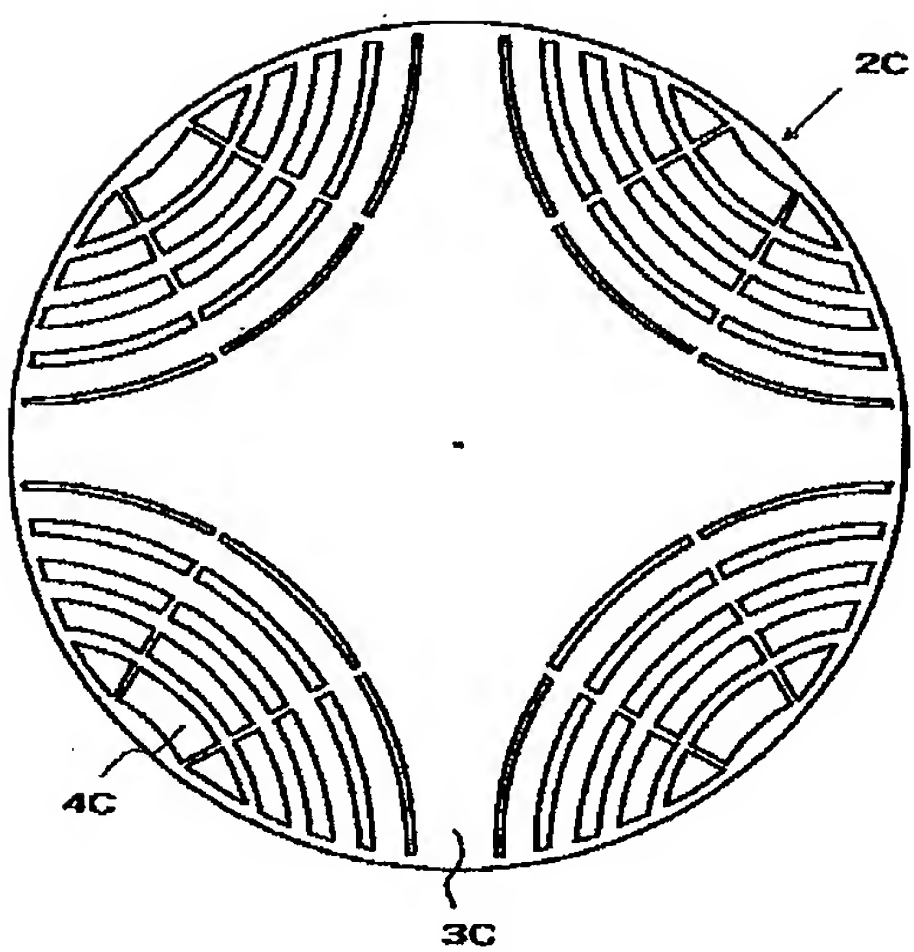
【図10】



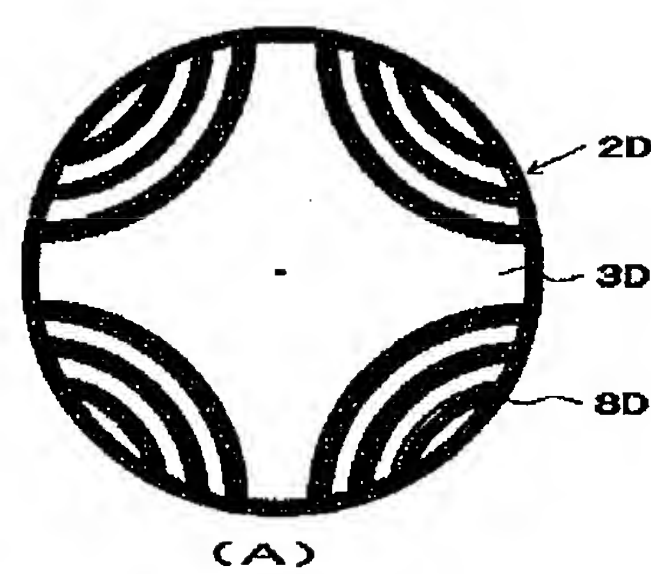
【図11】



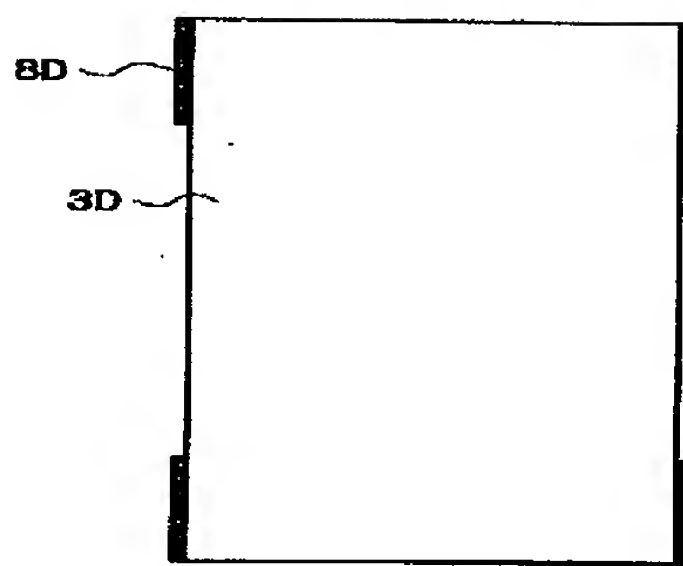
【図12】



【図13】

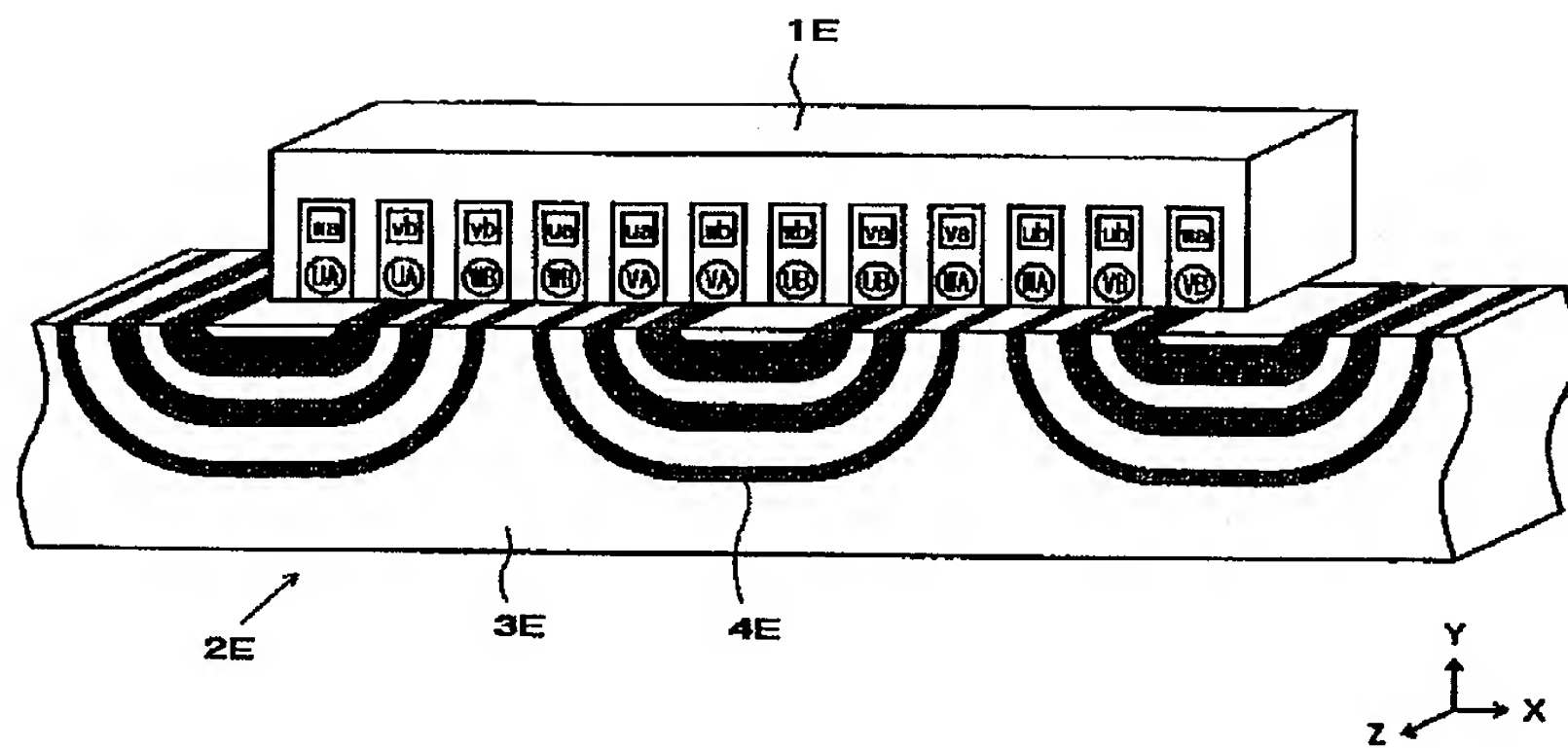


(A)

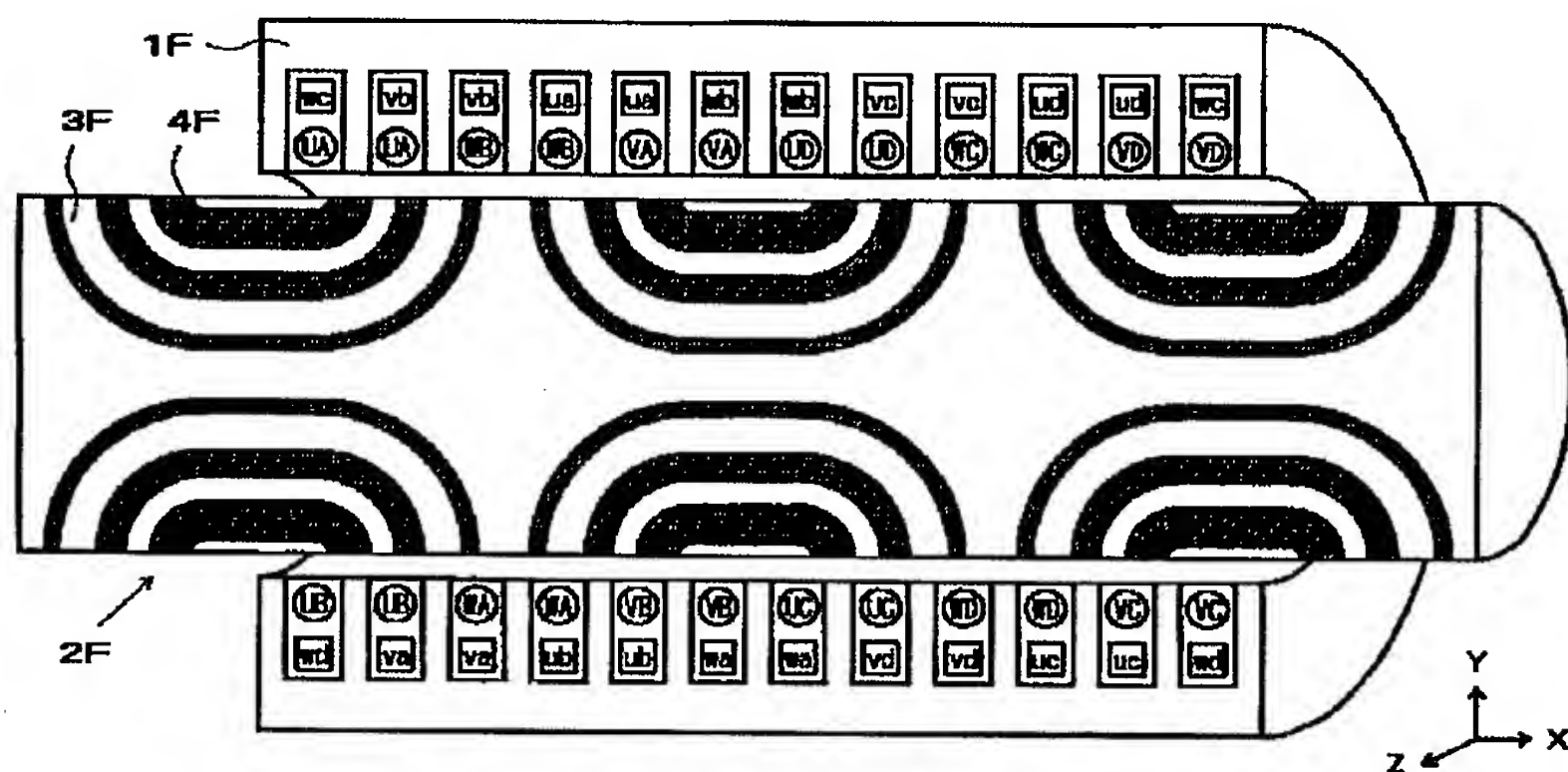


(B)

【図14】



【図15】



フロントページの続き

(71)出願人 594063706
木田 静生
千葉県市川市真間1-2-3
(72)発明者 内藤 欽志郎
神奈川県伊勢原市石田318-3
(72)発明者 松原 覺
群馬県多野郡吉井町大字本郷235

(72)発明者 関山 篤藏
群馬県多野郡吉井町大字本郷235
(72)発明者 後藤 忠敏
東京都府中市新町1-77-2
(72)発明者 木田 静生
千葉県市川市真間1-2-3